



Title	雪面の亀甲模様の発生および発達
Author(s)	高橋, 修平; TAKAHASHI, Shuhei; 藤井, 俊茂 他
Citation	低温科学. 物理篇, 31, 191-207
Issue Date	1973-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/18229">https://hdl.handle.net/2115/18229</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	31_p191-207.pdf



## 雪面の亀甲模様の発生及び発達\*

高橋修平・藤井俊茂

(北海道大学大学院 理学研究科)

石田 完

(低温科学研究所)

(昭和48年10月受理)

### I. ま え が き

山岳地帯の雪渓上には第1図に示すように、夏季にしばしばさしわたしの大きさ20 cm～1 m、深さ1～30 cmの六角形の窪みが規則的に並ぶことが知られ、この亀甲模様は Polygon (ポリゴン) あるいは Ablation Hollow と呼ばれている。

ポリゴンについて昔から幾つかの報告があるが、成因についてはその殆んどがポリゴンの形状や地形的分布からの観測による推定にとどまっている<sup>1),2),3),5)</sup>。

そこで1972年8月、北海道大雪山系の雪渓で、2次元的に雪面高を測定し、ポリゴンの形状も記録し、その発達及び衰退の過程を追った。また1973年2月に札幌で発生したポリゴン及び風洞内実験の結果からポリゴンの成因についてある程度の結論が得られた。



第1図 山岳地帯の雪渓上の亀甲模様 (ポリゴン)  
スケールの長さは1 m

### II. 観 測 方 法

大雪山系白雲岳東斜面には、第2図のように円型雪渓 No. 1 と縦型雪渓 No. 2 とがある。ポリゴンの形状測定は、このうち縦型雪渓 No. 2 について1972年8月5日から13日まで1日1回行なった。

雪面高測定に使用した器具は第3図に示すようにアルミ製のアングルで組み立ててあり、長さ90 cmの40本のピアノ線 A を5 cm 間隔でアルミのアングルにあげた穴に差し込んであ

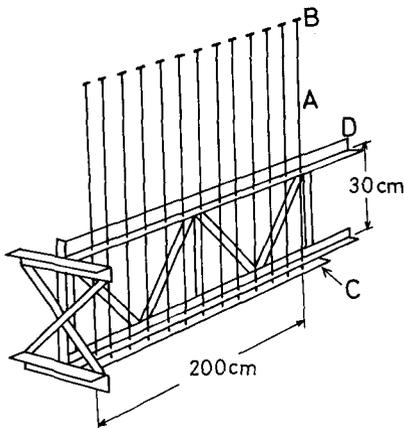
\* 北海道大学低温科学研究所業績 第1283号

る。ピアノ線の先には読み取りの際の目印及びピアノ線の止め具としてゴム片 B がつけてある。

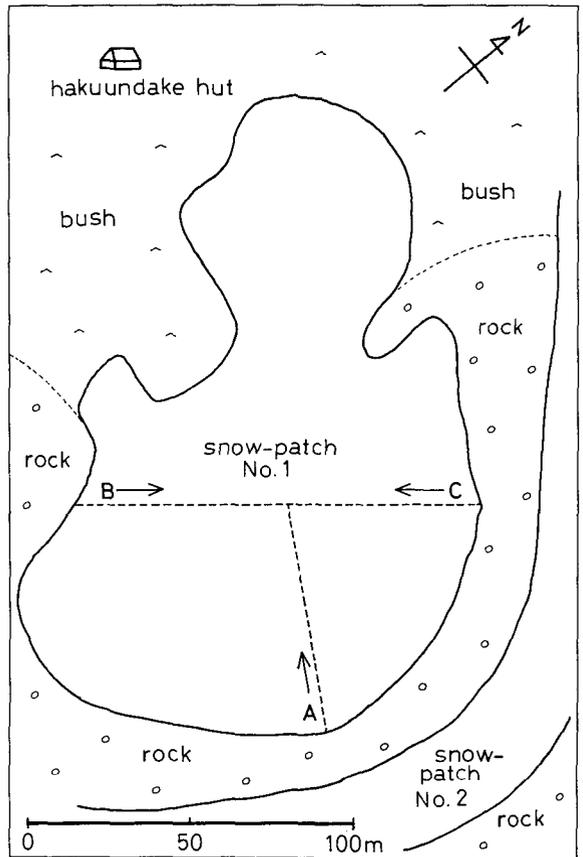
この測定器を雪面上に固定した2本の平行なアルミ製アングルの支持台の上におき、ピアノ線のストッパー C をはずして雪面に落とし、このときのピアノ線の凹凸を前方から写真に撮った。測定器は支持台の上を5 cm ずつ移動させて、0~200 cm の区間で41回この作業をくり返し、後ほどアルミ製アングルの上端 D とピアノ線の先 A との間隔を写真解析することによって $40 \times 41 = 1,640$ 個の格子点での雪面の高さを得た。この一連の作業には通常2~3時間を要した。

ピアノ線は雪面に垂直に1.5 cm ほど突きささり、そのばらつきは2~3 mm 以内であった。また写真の読み取り誤差は2 mm 以内で、双方を合せた誤差は5 mm 以内である。

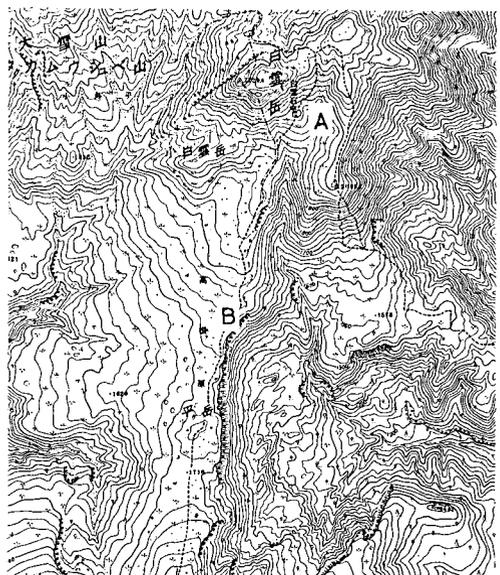
気象観測はポリゴン観測の雪渓上で8



第3図 雪面高測定器 Aはピアノ線, Bはゴム片, Cはストッパー, Dはアルミアングル上端のフレーム



第2図 ポリゴンの観測地点 (大雪山系白雲岳東斜面の雪渓)



第4図 大雪山系白雲岳周辺図 Aはポリゴン観測点, Bは高根ヶ原気象観測地点

月8日～13日の期間行ない、また第4図に示すように雪渓から南へ2km離れた高根ヶ原では8月2日～13日の期間、風速、気温、湿度を測定した。高根ヶ原では百葉箱内で自記バイメタル式温度計、自記毛髪湿度計を使用し、雪渓上ではアスマン式温度湿度計を、風速計は両地点ともロビンソン風速計を使用した。

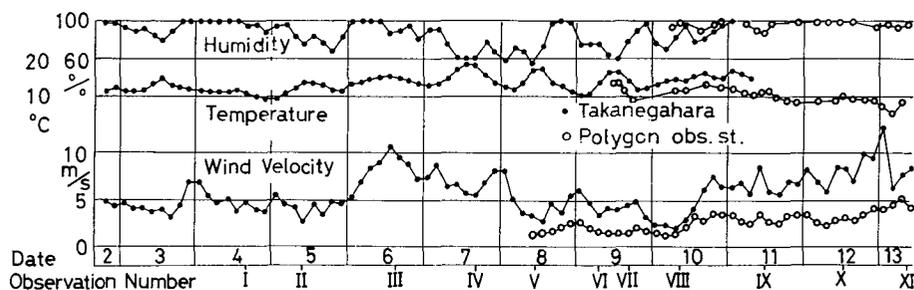
### III. 観測結果

#### (1) 8月5日～8月13日の観測結果

##### (a) 気象条件

第5図に気象条件を示す。風速は地形の違いのためにポリゴン観測雪渓では高根ヶ原の約半分、気温は雪渓の方が高根ヶ原より高度が200m高いためと雪渓であるために高根ヶ原より2～3°Cだけ低い。これらを考慮すれば、雪渓で測定していない期間の分は高根ヶ原の観測資料で補える。これより気象条件の特徴は次のようになる。

- ① 8月2日～8月5日；風速は小さく、濃霧であることが多い。気温は終日低かった。
- ② 8月6日；風速は非常に大きく、気温はやや高かった。
- ③ 8月7日～8月10日；風速は次第に小さくなり、天気はよく、日中の日射は強く日最高気温はかなり高かった。
- ④ 8月11日～8月13日；風速は強く、気温は10日から11日にかけて高かったが、次第に下がっていった。天気は濃霧のことが多かった。



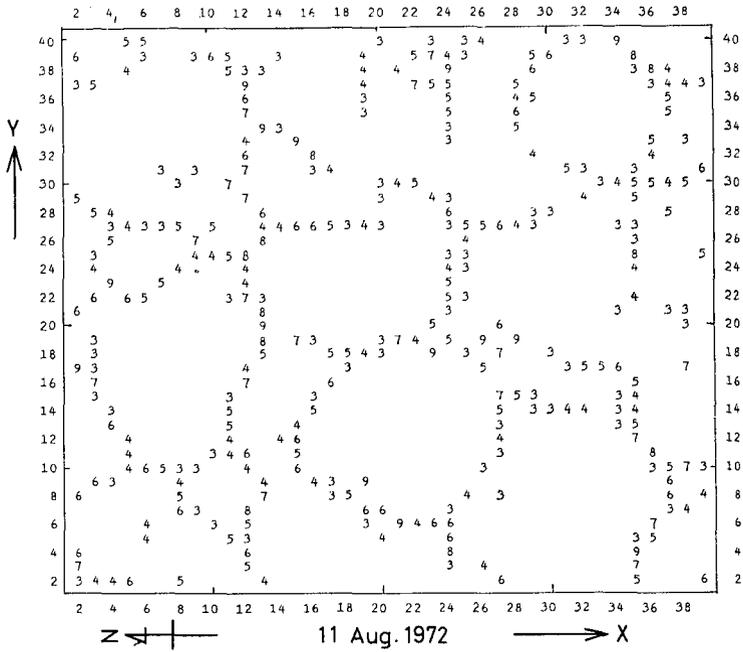
第5図 ポリゴン観測期間中の気象条件。●印は高根ヶ原、○印はポリゴン観測地点

##### (b) 尖度 $G$

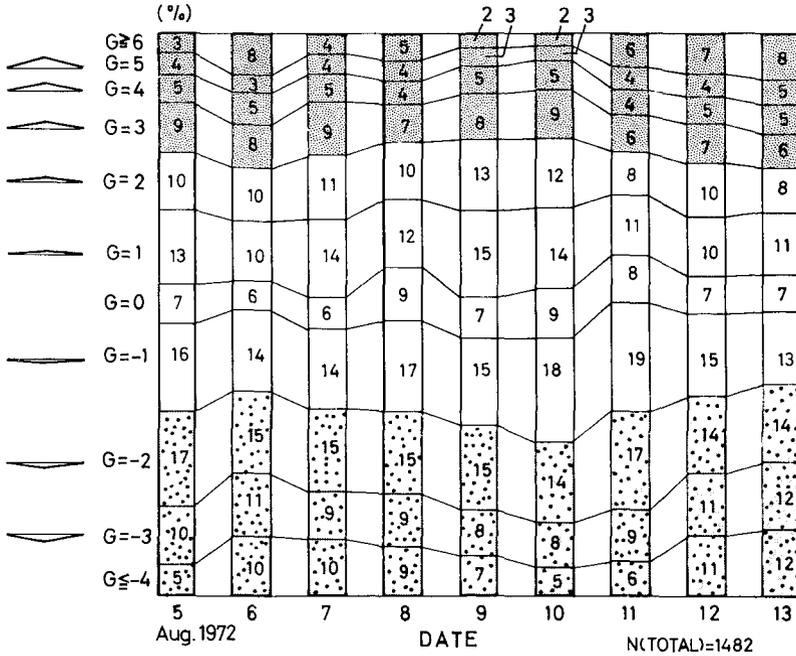
ポリゴンの峰を想定した屋根型の立体があり、その高さが水平座標面の格子点について得られているとき、この尖った部分が座標軸の向きに関係なく一定値を保つような関数  $G$  を次のように定義し、統計学で一般に言われているものとは異なるが、尖度と呼ぶことにする。

座標軸を  $X$  軸、 $Y$  軸とすると、 $X$ 、 $Y$  方向に2次微分(差分)をとり、今、尖っている部分を正にとりたいのでその符号を逆にしたものを  $\Delta^2 X$ 、 $\Delta^2 Y$  とする。点  $(X, Y)$  における高さを  $A(X, Y)$  とすると、

$$-\Delta^2 X = \left( A(X+1, Y) - A(X, Y) \right) - \left( A(X, Y) - A(X-1, Y) \right)$$



第6図 ポリゴンの尖度,  $G \geq 3$  (1972年8月11日)



第7図 ポリゴンの尖度の度数分布の変化

$$-\Delta^2 Y = (A(X, Y+1) - A(X, Y)) - (A(X, Y) - A(X, Y-1))$$

このとき尖度Gを次のようにあらわす。

$$G = \pm\sqrt{|K|}/5$$

$$K \geq 0 \quad \text{ならば} \quad G > 0$$

$$< 0 \quad \quad \quad < 0$$

ただし

$$K = \pm(\Delta^2 X)^2 \pm (\Delta^2 Y)^2$$

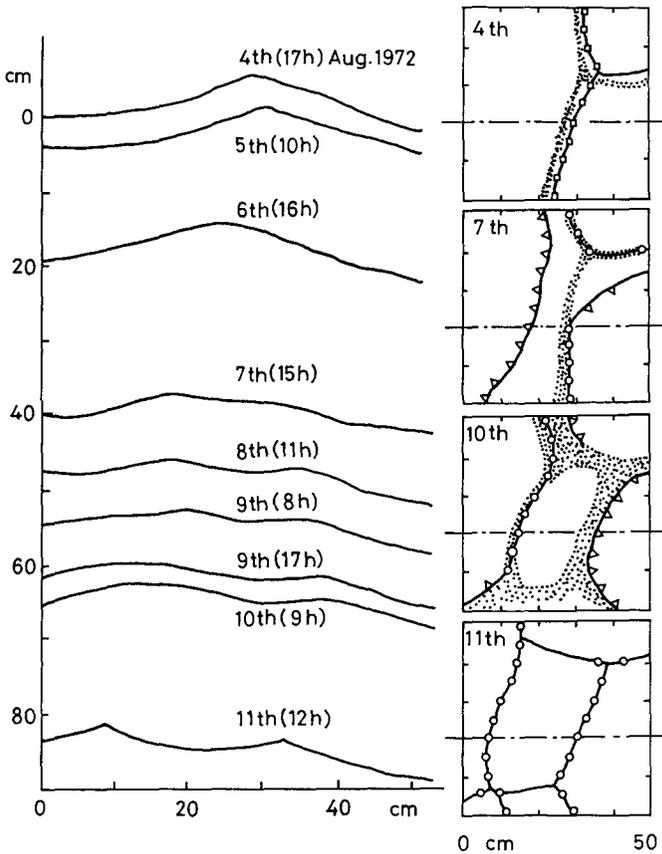
$$\Delta^2 X \geq 0 \quad \text{ならば} \quad +(\Delta^2 X)^2$$

$$< 0 \quad \quad \quad -(\Delta^2 X)^2$$

$$\Delta^2 Y \geq 0 \quad \text{ならば} \quad +(\Delta^2 Y)^2$$

$$< 0 \quad \quad \quad -(\Delta^2 Y)^2$$

これを8月11日の雪面高について計算したのが第6図である。ただし原点から南へX軸，東



第8図 ポリゴンの形成 平面図(右図)と平面図中1点鎖線の部分の垂直断面の変化。平面図中○印はゴミのある峰，□印はゴミのない峰，黒の斑点はゴミ，▷印は尖っている方向が急に落ちていることを示す

へ Y 軸をとった。格子点には 5 cm おきに X 方向に 1~40, Y 方向に 1~41 の番号がふりあてられていて、各点での G の値のうち、 $G \geq 3$  のものを表示してある。これを見ると、ポリゴンの峰の部分がかきれいに浮き出ているのがわかる。

第 7 図に 8 月 5 日から 13 日までの G の度数分布を百分率で示した。左の三角形はその G の値についての屋根型の峰の角度を示す。1 日のデータは総数  $38 \times 39 = 1,482$  個の点について得たものである。

この図より言えるのは、 $G \geq 3$ ,  $G \leq -2$  の  $|G|$  の大きい部分の度数が 5 日から 6 日にかけて増加し、6 日から 10 日にかけては減少し、さらに 10 日から 13 日にかけては再び増加していることである。 $|G|$  の大きなものが増すということは、凹凸が大きくなり尖度が大きくなった、つまりポリゴンが発達したということにはほかならない。

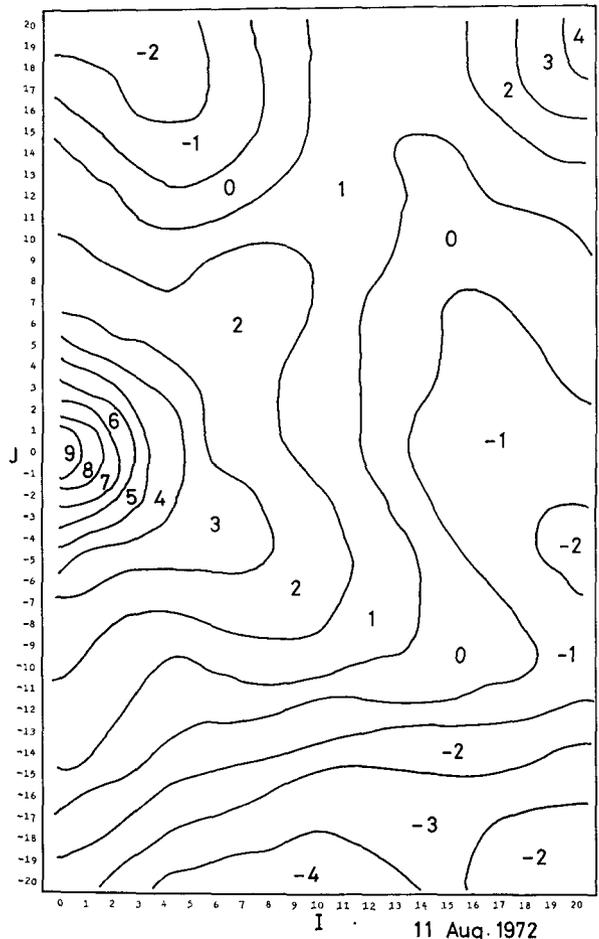
これを気象条件 (第 5 図) と比較すると、風速が大きく、かつ気温の高いときに発達し、気温が高くても風速は小さく、日射の強い場合は衰退することがわかる。

(c) 新しいポリゴンの発生

8 月 4 日から 11 日にかけて、もともとポリゴンの峰だったところが衰退してゴミが拡がり、さらにそのゴミが日射を吸収したために幾分窪み、発達期には新しく小さなポリゴンに成長する例が幾つも見られた。その 1 例を第 8 図に示す。第 8 図で右側の図は平面図であり、その 1 点鎖線の部分 (第 6 図で  $Y=14$ ,  $9 < X < 20$  の部分) の垂直断面をその左側に示した。7 日頃より窪み出し、10 日から 11 日にかけてきれいにゴミと峰が一致したポリゴンが形成された。

(d) パワー・スペクトル

雪面を 2 次元波と考え、そのパワー・スペクトルを求め、形状の変化を調べた。点  $(X, Y)$  における平均の高さからの偏差高を  $A(X, Y)$  とすると 2 次元の自己相関関数  $C(i, j)$  は



第 9 図 ポリゴンの自己相関関数 (1972 年 8 月 11 日)

$$C(i, j) = \frac{1}{(X-i)(Y-j)} \times \sum_{x=1}^{X-i} \sum_{y=1}^{Y-j} A(x, y) \cdot A(x+i, y+j)$$

により求められる。8月11日の例について求めた自己相関関数を第9図に示す。

また自己相関関数は次のようにフーリエ級数で表わされる。

$$C(i, j) = \sum_{\mu=0}^M \sum_{\nu=0}^N S(\mu, \nu) \times \cos \pi \left( \frac{\mu}{M} i - \frac{\nu}{N} j \right)$$

$M, N$  はそれぞれ  $X, Y$  方向の最大ずらし幅であり、 $S(\mu, \nu)$  はパワー・スペクトルである。

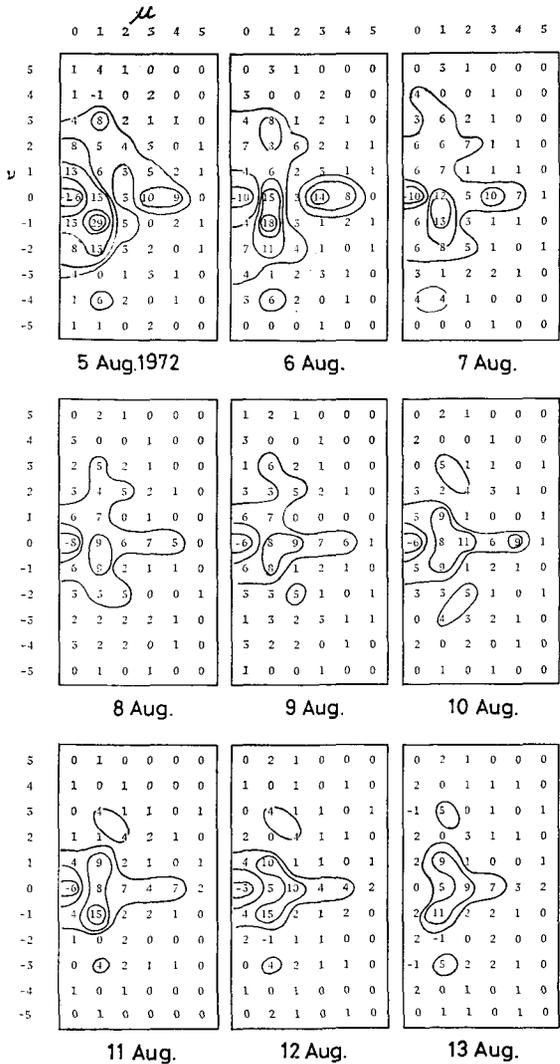
$M=N=20$  として毎日のデータについて求めたパワー・スペクトルを第10図に示す。横軸に  $\mu$ 、縦軸に  $\nu$  をとったが、各点は  $X$  方向に  $200/\mu$  cm の周期、 $Y$  方向に  $200/\nu$  cm の周期の2次元波の強さを表わしている。結果は  $\mu=\nu=0$  のまわりに大きな値がでている。これは波長 200 cm の波であり、測定値全体の傾きのためと思われる。それゆえに、むしろ  $\mu, \nu$  のもう少し大きいところに着目しなくてはならない。

8月5日から6日及び10日から11日の発達期はパワー・スペクトルの形を変えずに値が大きくなり、6日から10日の衰退期には形を少しずつ変えながら値が小さくなった。つまり発達期にはパワー・スペクトルの形を変えずに凹凸が大きくなり、衰退期には形を変えながら凹凸が小さくなっていくと言える。

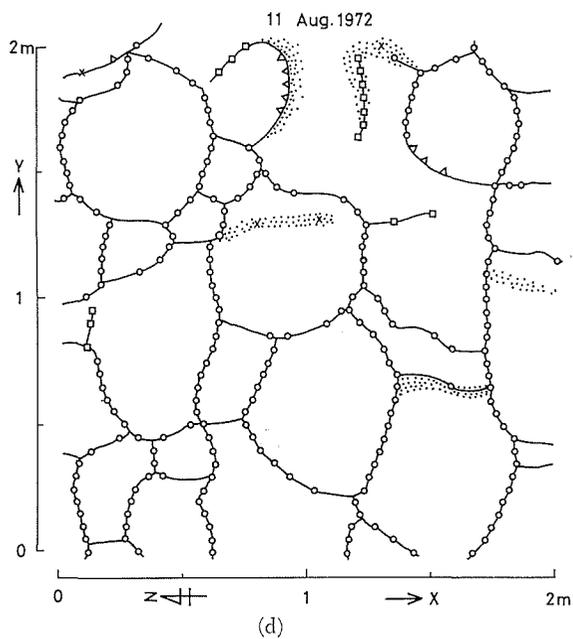
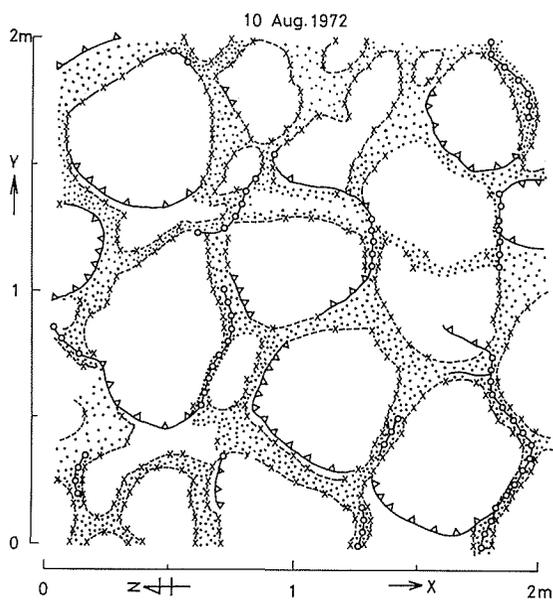
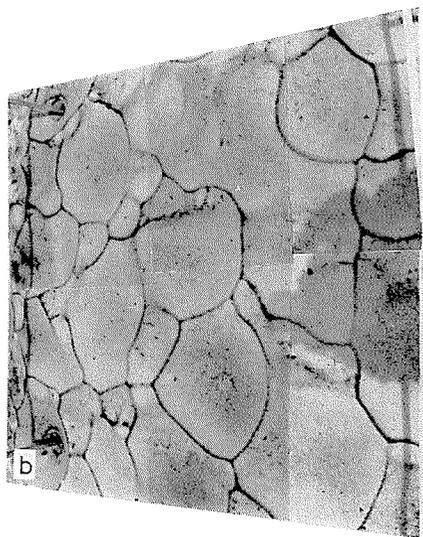
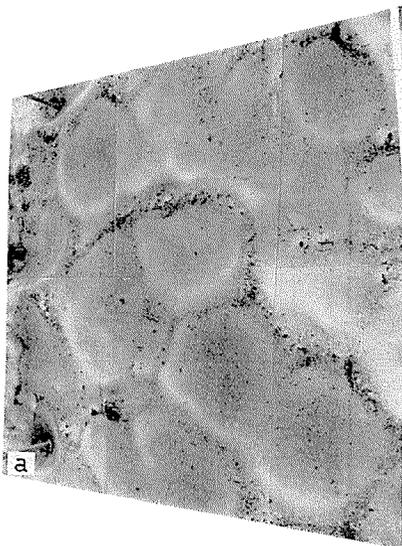
(2) 8月10日から11日にかけての観測結果

8月10日から11日にかけて顕著にポリゴンが発達したので、この間の詳しい観測結果を11日から13日の間の場合と比較しながら述べる。

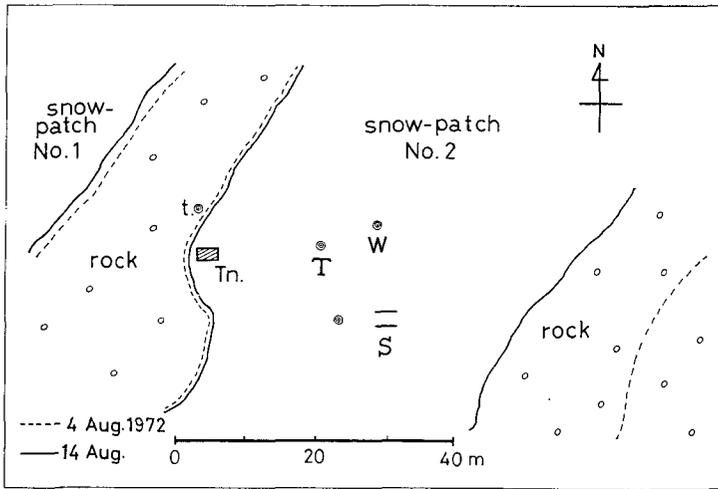
第11(a), (b), (c) 図に10日と11日のポリゴンの写真及びスケッチを示す。雪面高の測定は  $Y$  軸方向に 5 cm ずつずらしながら  $X$  軸方向に平行な測線で行なったが、スケッチはその測線に交わる峰やゴミを記録して得た。測定点と気象測器の位置関係を第12図に示す。



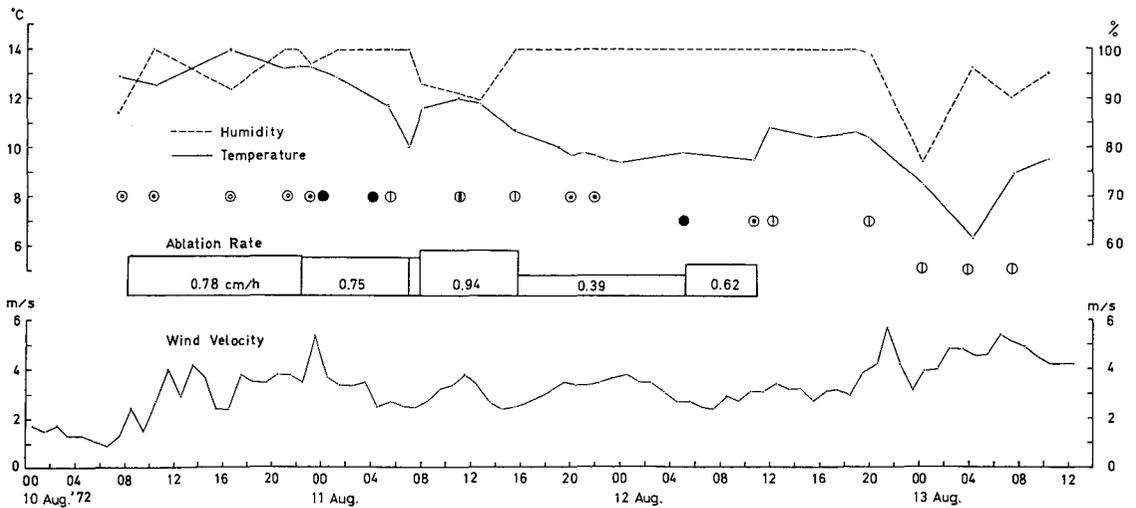
第10図 ポリゴンのパワー・スペクトルの変化



第11図 (a) 雪面のパノラマ写真 (1972年8月10日)  
 (b) 同じ場所のパノラマ写真 (1972年8月11日) 右側の黒い部分は人影  
 (c) パノラマ写真の場所の雪面のスケッチ (1972年8月10日) 記号は第8図に同じ  
 (d) 同上 (1972年8月11日)



第12図 ポリゴン観測点の平面図 Tはサーミスター及びアスマン  
温湿度計位置, Wは風速計, Sはポリゴン形状測定位置



第13図 ポリゴン観測地点の気象条件および融雪速度

風速は雪面より高さ 1.3 m, 温湿度は高さ 1.2 m で測定した。その結果を第 13 図に示す。これによると風速は 10 日昼より強くなり, その後も 3~4 m/s の風が吹いていた。気温は 10 日から 11 日朝まで 12~14°C と夜間でも高く, また夜間としては非常に大きな融雪速度を示した。11 日日中は天気がよく, 気温も上がり, 融雪速度は大きかったが, 夜間に入って気温が下がり, 融雪速度は非常に小さくなりその後も小さな融雪速度が続いた。天気は全般的に濃霧のことが多かった。

8 月 10 日から 11 日にかけての急激な変化は 10 日 17 時から 20 時までの 3 時間という極めて短い時間に起こり, その後はさらに少しずつ発達した。この急激な発達時の天気は濃霧で, 風は 4~5 m/s と強く, 風向は南で融雪速度は非常に大きかった。第 14 図にこのときの雪

面の変化の状況を示す。この図中、ポリゴンの谷から峰までの高さを測り、8月10日08時のときを基準として峰までの高さの変化を追ったのが第15図である。第15図から谷から峰までの高さは夜間大きくなり続けて11日07時を頂点とし、その後は次第に小さくなっていったことがわかる。

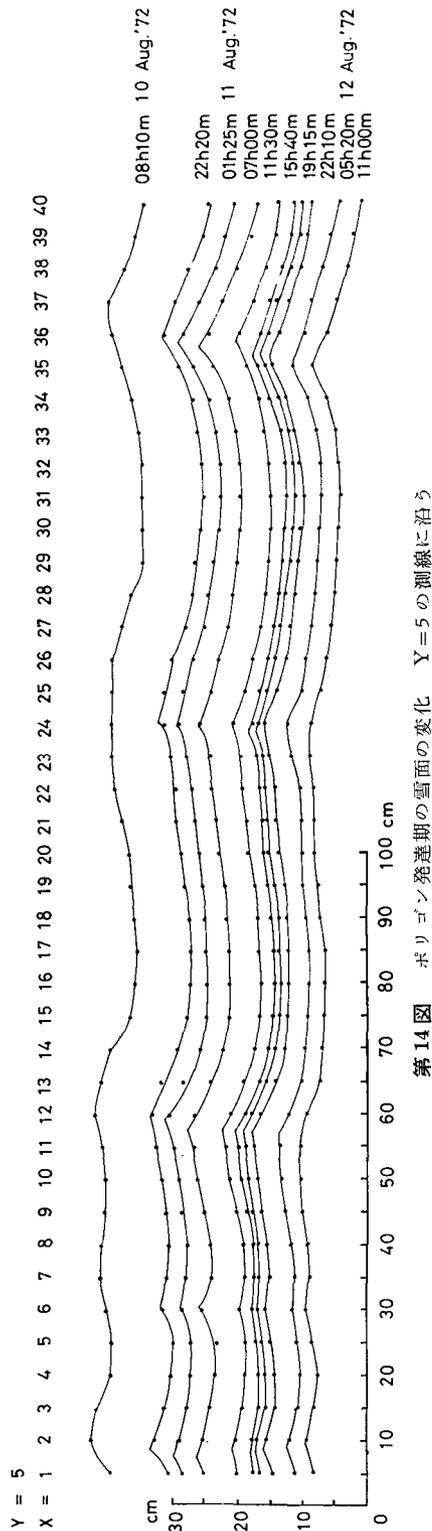
気象条件は11日朝になって霧が晴れ、気温は下がった。日中になって気温は多少上がったが、そよれり日射のために融雪速度は大きな値を示した。

以上の観測結果より、風速が大きくても気温が低くてもポリゴンは発達しないし、融雪速度が大きくてもそれが主として気温融雪によるものでなく、日射によるものであるときは発達しない。ポリゴンが発達するときは気温が高く、風速が大きい気温融雪の卓越する条件下であると言える。また霧があるようなときは雪面へ潜熱輸送が行なわれるが、気温が高いほど、風速が大きいほどその量は大きくなるので気温融雪を促進することになる。従って霧はポリゴンをさらに発達させると思われる。

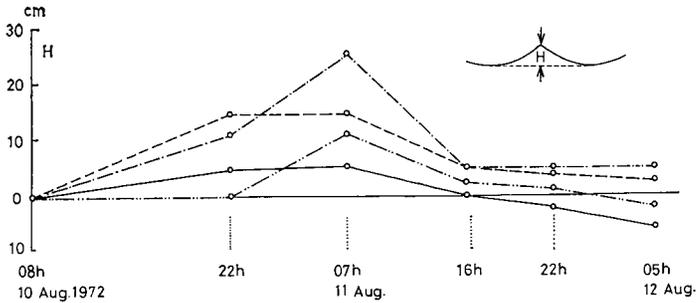
(3) ゴミの收れん

ポリゴンが発達したときゴミが峰に集まる理由は、F.K. Ball<sup>4)</sup>の normal trajectory theory によって一応説明されている。この説は第16図に示すように、ゴミが融雪に伴って常に雪面に垂直に移動し、峰にゴミが集まってしまうという解釈である。これは単に推定にしかすぎないものであるので、8月10日から11日にかけて発達したポリゴンの場合について、実際にこの説明が正しいか否かを試みた。

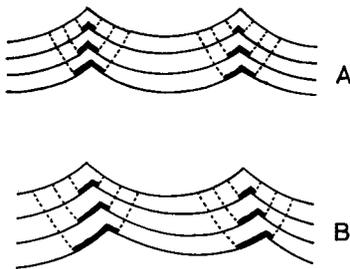
第17図は X=16, Y=10 の付近で、10日から11日の雪面の変化を追ったものである。上の2つの図は平面図で、その一点鎖線部分の垂直断面の変化をその下に示した。11日の峰のゴミは10日のどの範囲のものが集まったものかを作図してみると、正に図の範囲内に10日のゴミは収まっている。逆に10日のゴミがどの時点で一点に集まるかを作図すると頂度11日のゴミの真上2cmほどのところになり、この時点でゴミは1点に集まっていたことが



第14図 ポリゴン発達期の雪面の変化 Y=5の測線に沿う



第15図 ポリゴンの谷から峰までの高さの変化 Y=5の測線に沿う



第16図 normal trajectory theory  
黒印がゴミ、Aは融雪速度が峰の左右で同じとき、Bは異なるとき

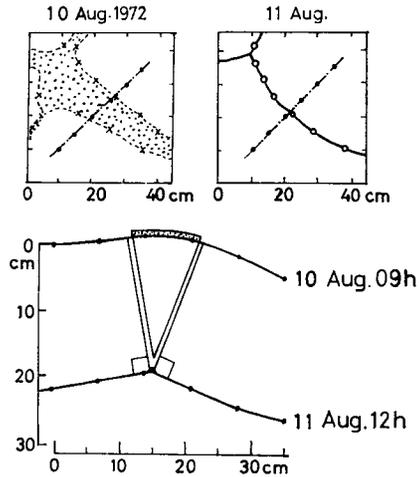
推定される。このように F.K. Ball の説は実際の例によくあうので妥当であると言える。

第16図のBは斜面の向きによって融雪速度に偏りがあるときで、ゴミが対称に集まらない場合である。これがはなはだしいときは、一度集まったゴミが取り残され、峰からずれてしまう。今回の観測では8月7日にこの状態が起きていた。

(4) 雪渓上のポリゴンの分布

8月13日に、第2図の円型雪渓 No.1 での測線 A, B, C に沿って、ピアノ線の間隔を 2.5 cm にして雪面高を測り、雪渓の凹凸の形状分布を調べた。これを第18図に示す。第18図から、雪渓の端に近いほどはっきりとポリゴンを示す波が見られるが、中心部に近づくほどポリゴンの波は見られなくなる傾向があることがわかる。

この理由は、周囲で暖められた気塊が雪渓の端では未だ温度境界層が発達せず融雪速度が大きいのでポリゴンを発達させることになるが、雪渓の中心部へ進むほどに境界層が発達し融雪速度は小さくなり、ポリゴンができにくくなるためと考えられる。また乱流効果が小さくなるためとも言える。そこで乱流の効果を確かめるため、50 cm 四方、30cm 四方の板を雪面上に垂直や斜めに置いてその影響を見たが、主として風の吹き込みによると思われる穴が板



第17図 ゴミの移動の観測例 (X=16, Y=10の地点) 上2図は平面図、下は平面図中1点鎖線部分の垂直断面図

の真下に見られはしたが、その板の風下では特にポリゴンは発達しなかった。この事実から、初めにポリゴンがあれば後方に乱流が生じ、それによってまたポリゴンができるというように次々とポリゴンが発達していくことは否定されるので、乱流だけによるポリゴンの発生・発達の説明は難しい。

#### IV. 札幌に発生したポリゴン

山岳地帯の雪渓ばかりでなく、平地でも融雪期にポリゴンができることがある。1973年2月18日、札幌においてさしわたしの大きさ10 cm、深さ2~3 cmのポリゴンが発生した。この日、低温科学研究所の裏庭で観測されたポリゴンの写真を第19図(a), (b)に示す。またこのときの気象条件を第19図(c)に示す。

大雪山のポリゴンの発生条件に比べて、気温は4~5°Cと低く、融雪速度も0.36 cm/hと小さかったが、風速は4~5 m/sと変わらなかった。

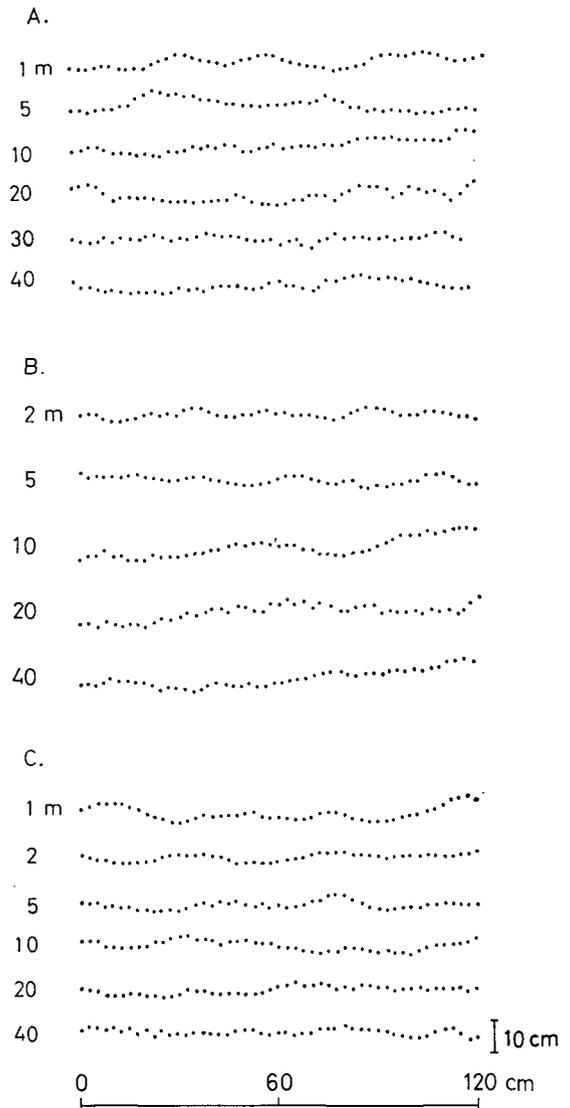
融雪量が小さい割りにポリゴンが発達したのは、積雪の密度が雪渓の0.5 g/cm<sup>3</sup>に比べ、0.3 g/cm<sup>3</sup>と小さいことが関係するのかもしれないし、さしわたし10 cmのポリゴンが発生するにはこの程度の密度なのかもしれない。また、2月17日04時頃にはすでにポリゴンはできていたがこのころの実際の融雪速度はもう少し大きかったことも予想される。

#### V. ポリゴン発生の実験

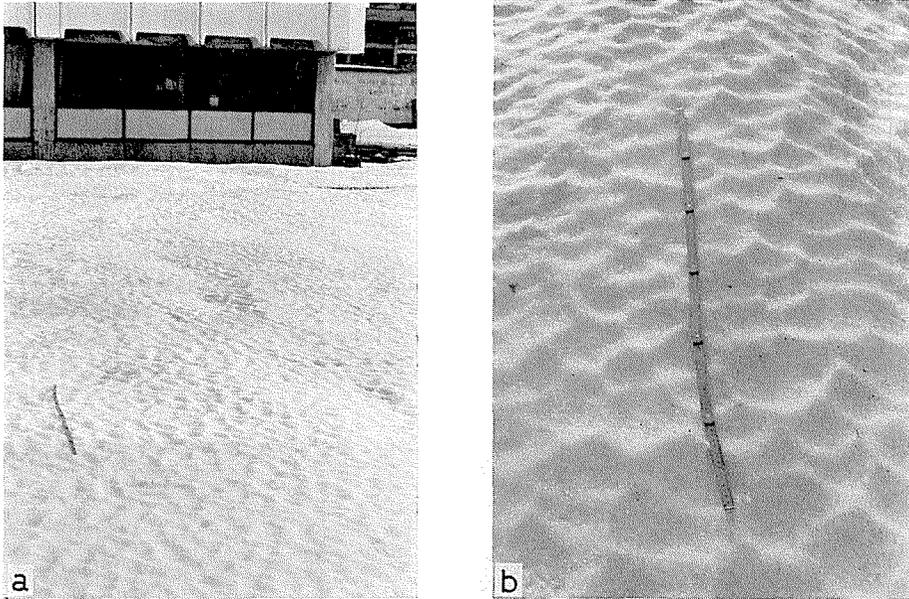
風洞内に置いた雪のブロック上に風を吹かしてポリゴンの発生をみたので、それについて述べる。

##### 実験 (1)

雪ブロックの上を単純に風を吹かせた。平均流の風速は6.2 m/s、気温8.7°C、融雪速度は9~12 mm/hで、風洞内の風速及び気温の垂直分布並びに融雪速度の水平分布を第20図(a)に示す。温度分布

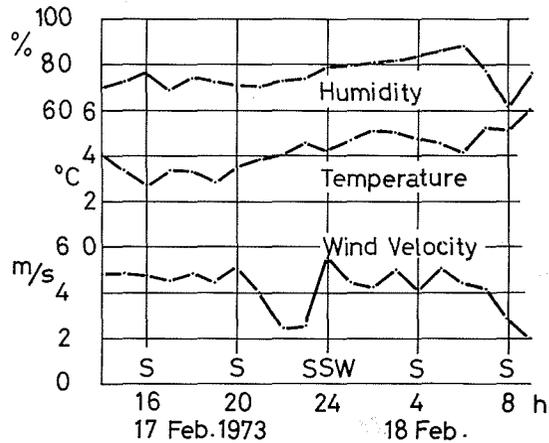


第18図 雪渓 No. 1 の雪面の凹凸状況 A, B, C は第2図の A, B, C に対応、左の数字は雪渓の端からの距離を示す



第19図

- (a) 平地に発生したポリゴンの全景写真
- (b) 平地に発生したポリゴンの近接撮影写真
- (c) ポリゴン平地発生時の気象条件 (於 北大低温研)



(c)

は熱電対により、風速は熱線風速計によって得た。このときの雪面状況の時間変化は次のようであった。

① 0分 (第20図(b))

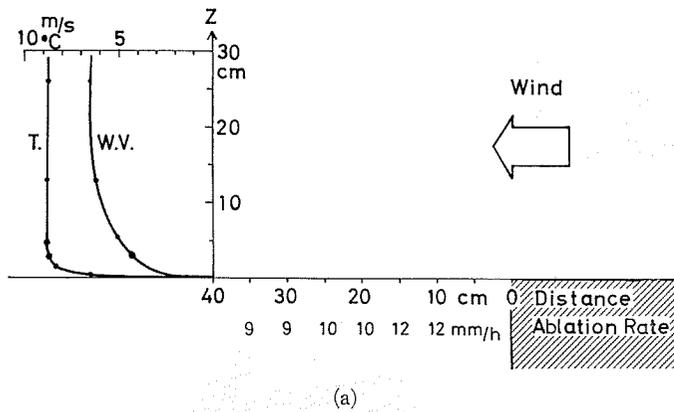
雪ブロックは密度  $0.4 \text{ g/cm}^3$  の均質なもので、表面の面積は  $25 \times 50 \text{ cm}^2$ 、なめらかな表面をしている。

② 20分後 (第20図(c))

わずかに凹凸ができていますが、平板に小さな突起ができたという感じである。

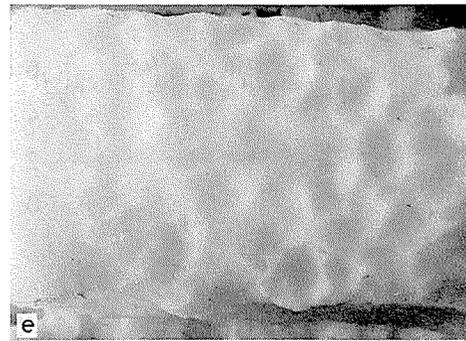
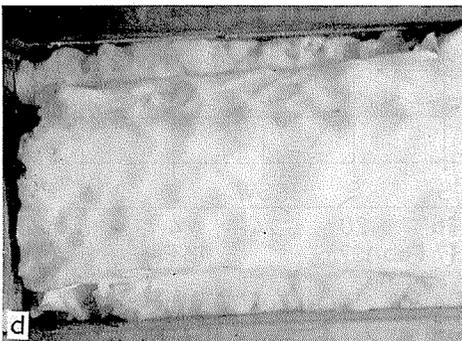
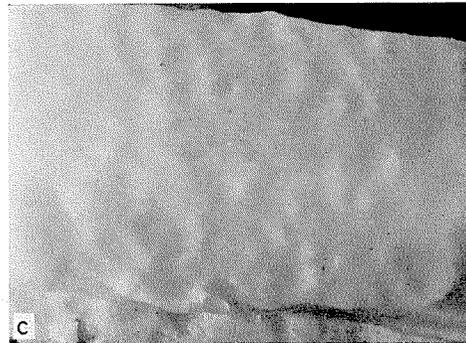
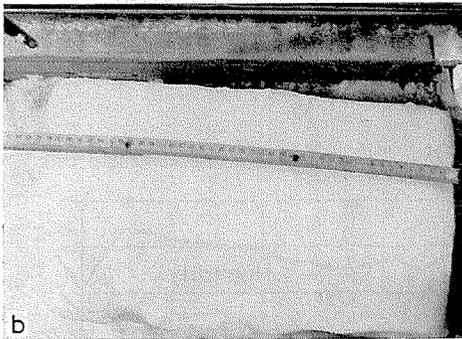
③ 45分後 (第20図(d))

尖った部分と尖った部分との間をえぐるようにして窪みが発生し、さしわたし  $3 \sim 5 \text{ cm}$ 、深さ  $1 \text{ cm}$  ほどのポリゴンが形成された。



第20図

- (a) 風洞内の温度，風速の垂直分布および融雪速度の水平分布
- (b) 風洞内でのポリゴン発生実験 実験直前の雪面（以後スケールは同じ）
- (c) 実験(1) 開始後20分 風は右より吹き，光源は左側にある。以下同じである
- (d) 実験(1) 開始後45分
- (e) 実験(1) 開始後60分

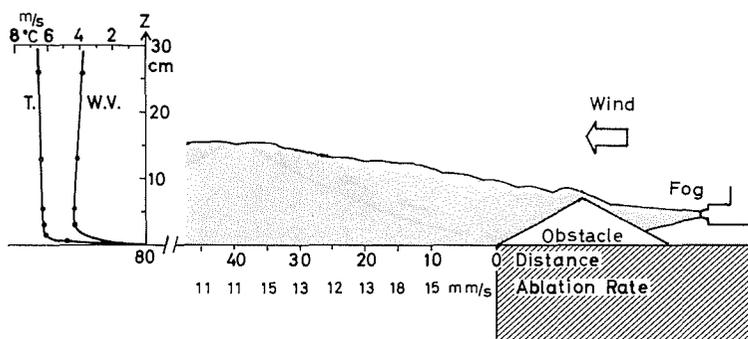


## ④ 60分後(第20図(e))

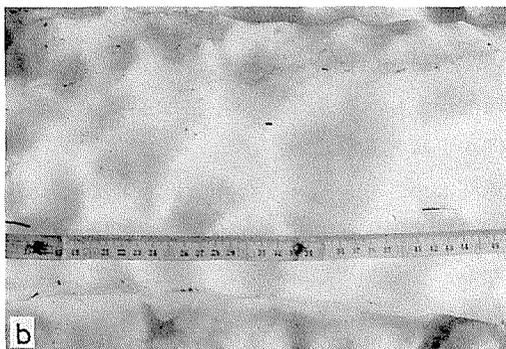
45分後の状態と殆んど同じで，その後もこれ以上発達しなかった。

## 実験(2)

雪ブロックの上を風を吹かせると同時に霧を吹かせた。霧は霧吹きにコンプレッサーで一定圧力を加えて発生させ，むらをなくすために手前に屋根型の障害物を置いた。風速・気温の垂直分布及び融雪速度の水平分布を第21図(a)に示す。風速分布は霧吹きの吹き出す風のために，高さ3cmのところを最大となっているが，この高さで実験(1)と同じ風速4.3 m/sを保った。霧吹きには毎時4 lの水を供給したので，霧が約20×40 cmの断面の中にあるとし，風速4 m/sとすれば，空気を含む水の量は約3 g/m<sup>3</sup>である。



(a)



第 21 図

- (a) 風洞内の温度、風速の垂直分布および融雪速度の水平分布 霧を吹かせた場合 △印は障害物  
 (b) 実験 (2) 開始後 60 分

実験 (1) と比較すると気温は  $6.4^{\circ}\text{C}$  と低い、融雪速度は  $11\sim 18\text{ mm/h}$  と大きくなっている。第 21 図 (b) は、この状態を 60 分続けたときの雪面状況である。発生したポリゴンは実験 (1) に比べ、さしわたし  $3\sim 5\text{ cm}$  は変わらないが深さ  $2\sim 3\text{ cm}$  と大きくなった。霧の存在によって融雪速度は大きくなり、ポリゴンはより発達すると言える。

## VI. まとめ及び考察

以上述べてきた結果を整理すると次のようになる。

### (1) ポリゴンの発生及び発達について

(i) 発生・発達のために必要な風速は  $4\sim 5\text{ m/s}$  以上である。

(ii) 発生・発達のためには気温が高く、気温融雪が卓越し、融雪速度が大きいことが必要であるが、雪の密度によって必要な最低気温は変わるようである。雪渓のような密度が  $0.5\text{ g/cm}^3$  の雪では、気温は  $14\sim 15^{\circ}\text{C}$  以上、融雪速度は  $0.7\text{ cm/h}$  以上必要であるが、密度  $0.3\text{ g/cm}^3$  の雪では  $5^{\circ}\text{C}$ 、 $0.4\text{ cm/h}$  ほどでよい。

(iii) 日射による融雪が卓越するときは、ポリゴンが衰退する。

(iv) 衰退するときにポリゴンの形状が変化する。

### (2) ポリゴンの大きさについて

(i) さしわたしの最大の大きさは、雪渓では  $70\text{ cm}$ 、平地では  $10\text{ cm}$ 、風洞内では  $5\text{ cm}$  である。これらの大きさの違いは乱流のスケール及び発生を幾度繰り返したかの違いによるものと思われる。

### (3) ゴミについて

(i) ゴミの收れんは F. K. Ball の normal trajectory theory によって説明されることを実際に確かめた。

(ii) 一定方向から強い風が吹くとゴミの位置は峰からずれる例もあった。

以上の観測結果より、ポリゴンの発達機構について次のような考察を行なった。

第 22 図に示すように、峰の風下では境界層の剝離を生ずる。雪面の温度は  $0^{\circ}\text{C}$  であるので、ここへ温度の高い気塊が吹送してきたとき、初めは急な温度勾配が生じ、大きな融雪速度をもつが、峰に向かうほど温度境界層が発達して次第に融雪速度は小さくなる。また峰の後部では境界層の剝離によって逆流を生じるので、同じ峰に近い部分ほど融雪速度が小さくなる。結局、峰での融雪速度は最も小さくなり、雪面は尖ることになる。また、次の峰のところでは剝離のあとで気塊は入り乱れ急な温度勾配を示す。以下はこれを繰り返すことになる。

したがって、温度勾配の大きい、融雪速度の大きいときに強調される。この説明によるとポリゴンはある程度の風がないと発達することはなく、また大きな温度勾配がなければ発達しないことになる。このことは実際の発達条件によくあう。これにより雪渓の端側ほどポリゴンができていく事実が説明される。

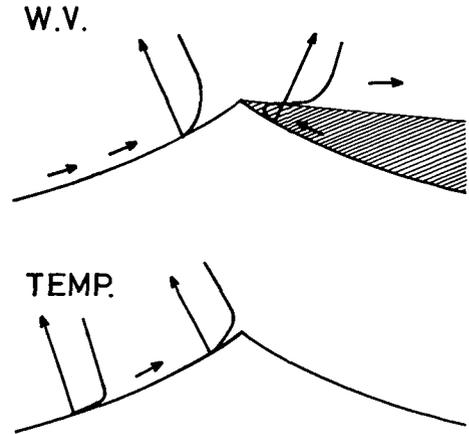
したがって、温度勾配の大きい、融雪速度の大きいときに強調される。この説明によるとポリゴンはある程度の風がないと発達することはなく、また大きな温度勾配がなければ発達しないことになる。このことは実際の発達条件によくあう。これにより雪渓の端側ほどポリゴンができていく事実が説明される。

以上の考察を実証するには、ポリゴンの峰の部分で非常に精密な温度・風速分布を測定せねばならない。今後に残された課題である。

おわりに、大雪山での野外観測の便宜を与えて下さった低温科学研究所若浜五郎教授、札幌での気象観測資料を提供して下さい下さった同研究所小島賢治教授、風洞の実験装置の共同使用を快諾した北海道開発局土木試験所石本敬志氏に深く感謝します。

### 文 献

- 1) Jahn, A. and Klaper, M. 1968 On the origin of ablation hollows (polygons) on snow. *J. Glaciol.*, **7**, 299-312.
- 2) Ashwell, I. Y. and Hannell, F. G. 1966 Experiments on a snow patch in the mountains of Sweden. *J. Glaciol.*, **6**, 135-144.
- 3) Richardson, W. E. and Harper, R. D. M. 1957 Ablation polygons on snow—further observation and theories. *J. Glaciol.*, **3**, 25-27.
- 4) Ball, F. K. 1954 Dirt polygons on snow. *Weather*, **9**, 322-323.
- 5) 成瀬廉二・石本敬志・坂本雄三・高橋修平 1972 大雪山の雪渓調査 V. 低温科学, 物理篇, **30**, 115-128.



第 22 図 ポリゴンの上の風速・温度の垂直分布の考察

### Summary

Studies of the mechanism of formation and development of polygonal ablation hollows on a snow surface, which are sometimes called "polygons", were carried out in August, 1972, on a slope with an elevation of 1,900 m in the Taisetsu Mountain Range, Hokkaido.

A newly devised instrument shown in Fig. 3 was used to measure the snow surface lowering. The instrument consists of a vertically set up aluminium frame, 200 cm in length and 90 cm in height, and 40 thin steel wires, which are movable vertically following the lowering of a snow surface. The surface lowering was measured at  $40 \times 41$  lattice points of each rectangular area  $190 \times 200$  cm, by sliding the frame in parallel and repeating measurements every 5 cm of the sliding distance of the frame. Recorded at the same time were meteorological factors: wind velocity, air temperature and relative humidity.

Small polygons were found to appear on melting snow surfaces also at a location in Sapporo, the elevation of which is only 10 m, on the 18th of February, 1973. This fact shows that polygons can be formed not only in high mountain regions but also in low plains under suitable conditions.

An additional experiment was made in a temperature-regulated wind tunnel to clarify the mechanism of formation and development of polygons.

Results of the studies are summarized as follows:

- (1) The conditions which are necessary for the formation and development of polygonal ablation hollows are that the wind velocity is greater than 4~5 m/s and air temperatures are high, and therefore, snow melt is predominant due to turbulent heat transfer from the atmosphere to snow.
- (2) When snow melt due to absorption of solar radiation exceeds that due to turbulent heat transfer from the atmosphere, polygons always tend to decay.
- (3) When polygons decay, their polygonal figures tend to change into different ones.
- (4) F. K. Ball's explanation of the process of dust concentration, that is normal trajectory theory, was ascertained to be correct by actually observing the process of dust movement.
- (5) Under a strong wind with a constant direction dust lines cannot be located on the ridge of polygons.